

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FR 2469684  
MAY 1981

THER. ★

Q74 Q78

G6509 D/29 ★ FR 2469-684

Heat exchanger for two fluids - has modular construction of stacked flat plastics sheets with interposed partitions to form passages

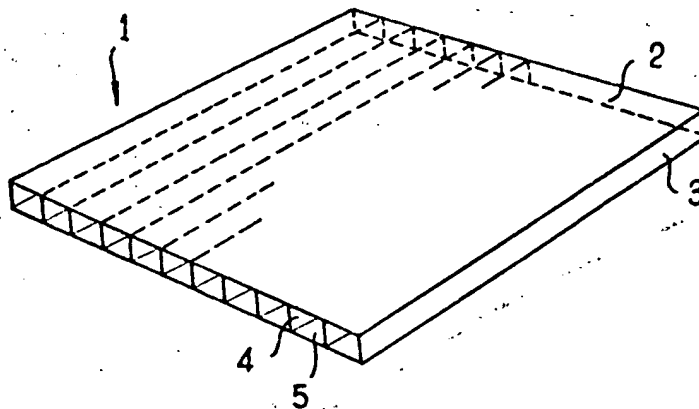
THERMO-ELECTRONIQUE 13.11.79-FR-027915

(29.05.81) F24f-07 F28d-09/02 F28f-03/12

13.11.79 as 027915 (1119PB)

The heat exchanger comprises sets of modules arranged to form the required configuration e.g. cross flow or opposing flow. Each module (1) is in the form of two flat sheets (2,3) of a suitable plastics material, these being separated by partitions (4) fixed between them.

The partitions are spaced apart to form passages (5), sealed to isolate the fluids passing through them. The complete modules are assembled by stacking one on the other to provide the required effect and heat transfer capacity. The modular construction provides an increased efficiency for reduced weight and requires less space. (14pp Dwg.No.1)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 469 684**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 79 27915**

(54) Echangeur de chaleur.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). F 28 D 9/02; F 24 F 7/00; F 28 F 3/12.

(22) Date de dépôt ..... 13 novembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 21 du 22-5-1981.

(71) Déposant : SOCIETE THERMO-ELECTRONIQUE FRANCE S.A., société anonyme, résidant en  
France.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Pruvost,  
31, bd Gutenberg, 93190 Livry-Gargan.

Echangeur de chaleur.

La présente invention se rapporte d'une façon générale aux échangeurs de chaleur.

Ces appareils ont pour but, d'une façon en soi bien connue, de réaliser un échange thermique entre deux fluides séparés l'un de l'autre par une paroi à travers laquelle cet échange thermique se produit.

On sait que le rendement d'un échangeur de chaleur dépend, dans une mesure importante, de la surface d'échange et au fractionnement des veines de fluide, notamment en phase gazeuse.

On a en conséquence, dans les échangeurs de chaleur, cherché à augmenter la surface d'échange et le fractionnement des veines de fluide, notamment par la présence, sur les surfaces séparant les fluides, d'ailettes, de pointes ou de profilages analogues.

Un but de l'invention est d'apporter des perfectionnements aux échangeurs de chaleur de type connu en augmentant la surface d'échange et par suite le rendement de l'échangeur, sans augmentation de son encombrement.

Un autre but de l'invention est de réaliser un échangeur de chaleur de poids réduit.

Une autre difficulté qui se présente dans les échangeurs de chaleur, notamment du type "à courants croisés", est la réalisation de l'étanchéité entre les veines de fluide aux angles de l'empilage de plaques de l'échangeur.

Il est connu par exemple, dans le cas d'un échangeur utilisable dans un récupérateur statique, de réaliser ce faisceau à partir de plaques d'aluminium qui sont réunies entre elles par sertissage sur des côtés alternés, afin de former ainsi un empilage ou faisceau de plaques à courants croisés. Toutefois, outre le prix élevé d'un tel échangeur, qui résulte à la fois du matériau utilisé et des opérations nécessaires à sa fabrication, on note un risque de fuite aux angles de l'empilage et une mauvaise étanchéité au sertissage, particularités qui nuisent, comme on le connaît aisément, au rendement de l'échangeur de chaleur ainsi réalisé.

Un autre but encore de l'invention est de créer un échangeur de chaleur remédiant à ces inconvénients en permettant l'obtention d'une étanchéité sensiblement parfaite.

5 L'invention est matérialisée, sous l'un de ses aspects, dans un échangeur de chaleur caractérisé en ce qu'il est constitué par une structure tubulaire formée par des feuilles, tôles ou analogues maintenues dans une relation d'écartement par un cloisonnement ménageant entre  
10 ces feuilles des canaux d'écoulement des fluides, en combinaison avec des collecteurs reliant entre eux des intervalles alternés ménagés entre ces feuilles pour l'écoulement de deux fluides de part et d'autre de chaque feuille séparant deux intervalles.

15 Cette structure tubulaire peut être en un matériau quelconque, notamment en métal, matière plastique ou autre. Elle peut être obtenue par extrusion ou par assemblage par collage, soudage, etc ...

20 Un matériau en forme de plaque existant sur le marché est constitué par une structure tubulaire en matière plastique comprenant deux feuilles de matière plastique maintenues dans une relation d'écartement par une multitude de barrettes ou cloisons s'étendant entre les feuilles et solidaires de celles-ci. Une telle structure  
25 tubulaire en matière plastique peut être fabriquée par extrusion.

Suivant un mode de réalisation préférentiel, l'échangeur de chaleur est constitué par la réunion d'au moins deux plaques de structure tubulaire, notamment en  
30 matière plastique du type en soi connu comprenant chacune deux feuilles parallèles maintenues écartées l'une de l'autre par des barrettes formant un cloisonnement, ces deux plaques étant accolées l'une contre l'autre de telle sorte qu'un échange thermique soit assuré entre les fluides traversant les canaux ou passages ménagés dans ces  
35 plaques entre les barrettes ou cloisons, à travers les feuilles en contact formant chaque fois une face de la plaque de structure tubulaire, des moyens formant collecteurs étant prévus aux extrémités des canaux ou passages

ménagés par ces plaques pour l'arrivée et la sortie des fluides entre lesquels l'échange thermique doit avoir lieu.

Les recherches qui ont abouti à l'invention ont  
5 montré qu'une telle structure tubulaire et notamment ce matériau en forme de plaques en soi connu pour réaliser un échangeur de chaleur permet d'obtenir un échangeur peu coûteux et léger, du fait du faible poids des éléments qui interviennent dans sa réalisation, ainsi qu'une aug-  
10 mentation de la surface d'échange thermique, résultant de la présence des nombreuses barrettes ou cloisons, et une augmentation du rendement d'échange thermique résultant de l'augmentation de la turbulence dans l'écoulement des fluides, due également au cloisonnement. Il a été constaté  
15 que ce régime turbulent est atteint très rapidement et est conservé, quel que soit le débit des fluides. En outre, étant donné que des plaques de structure tubulaire du type indiqué sont réalisées en matière plastique par extrusion, on obtient une très bonne étanchéité aux fluides.  
20 Le raccordement des collecteurs avec les plaques peut s'effectuer d'une manière simple, puisqu'il s'agit alors de réaliser une étanchéité avec des surfaces de plaques planes constituées par les feuilles de la structure tubulaire.

25 Le nombre des plaques ainsi juxtaposées peut être quelconque. Il sera fonction de la capacité désirée pour l'échangeur de chaleur, c'est-à-dire du débit des fluides.

Suivant un mode de réalisation possible, l'échangeur de chaleur est constitué par un empilage de plaques  
30 de structure tubulaire du type indiqué ci-avant, décalées en alternance de 90° de façon à réaliser un échangeur à courants croisés.

Suivant une autre réalisation possible, l'échangeur de chaleur comprend un empilage de plaques dans les-  
35 quelles les cloisonnements sont orientés dans le même sens, des moyens étant prévus pour faire communiquer ensemble chaque seconde plaque afin de réaliser un échangeur de chaleur à courants opposés. Dans ce cas, on peut notamment couper obliquement l'une des deux extrémités de chaque



plaque et disposer les biseaux ainsi formés en alternance, ce qui permet d'assurer l'entrée et la sortie des deux fluides entre lesquels l'échange thermique doit avoir lieu tout en conservant l'étanchéité requise.

5 Dans le cas d'un échangeur de chaleur à courants opposés de ce type, une disposition préférentielle consiste à placer les plaques de structure tubulaire en les décalant en alternance d'une distance correspondant à la moitié de l'écartement entre les barrettes ou cloisons,  
10 ce qui fournit une nouvelle amélioration de l'effet d'échange thermique.

L'invention concerne également, sous un autre aspect, un récupérateur statique constituant une application de l'échangeur de chaleur décrit précédemment. Un tel  
15 récupérateur statique est utilisable notamment dans une installation d'aération pour local ou construction, en étant interposé dans le courant de sortie de l'air vicié pour son échappement vers l'extérieur et dans le courant d'admission d'air frais pour son introduction dans le local, de manière à assurer par échange thermique la récupération des calories de l'air vicié avant son évacuation et leur transfert à l'air frais admis à l'intérieur du local.  
20

Suivant un mode de réalisation paraissant judicieux, ce récupérateur statique peut être constitué par  
25 un caisson muni des orifices d'entrée et de sortie requis et à l'intérieur duquel est placé un empilage ou faisceau formé de plaques de structure tubulaire décalées en alternance de 90°, cet empilage étant disposé à l'intérieur de ce caisson de telle sorte que ses angles soient en contact avec les parois dudit caisson, en ménageant ainsi des  
30 chambres collectrices diamétralement opposées deux à deux pour l'entrée et la sortie des deux fluides, l'étanchéité entre les chambres étant assurée aux points de contact des sommets de l'empilage avec les parois du caisson.

35 Suivant un mode de réalisation paraissant avantageux, le caisson est garni intérieurement d'un revêtement calorifuge, par exemple en laine de verre.

Suivant une autre particularité, il est prévu judicieusement aux sommets de l'empilage de plaques des

pièces en forme d'équerres qui, par une aile, isolent les canaux des plaques adjacentes et, par leur autre aile, peuvent être fixées sur la paroi du caisson.

Un tel récupérateur statique est d'une construction simple et par suite peu coûteuse et d'un poids très faible. Compte tenu en particulier de la légèreté de l'empilage de plaques constituant l'élément d'échange thermique proprement dit, il est possible de réaliser un caisson dans lequel la laine de verre ou le revêtement calorifuge analogue est recouvert simplement d'une plaque protectrice, par exemple d'une plaque d'aluminium.

La description qui va suivre, faite en regard des dessins annexés, donnés à titre non limitatif, permettra de mieux comprendre l'invention.

La Fig. 1 est une vue en perspective d'une plaque de structure tubulaire utilisable suivant l'invention.

La Fig. 2 est une représentation partielle en perspective, montrant la disposition alternée de plaques successives pour la réalisation d'un échangeur de chaleur à courants croisés.

La Fig. 3 est une vue schématique en élévation montrant un agencement utilisable pour constituer un échangeur de chaleur à courants opposés.

La Fig. 4 est une vue en coupe verticale montrant l'application d'un échangeur de chaleur suivant l'invention pour la réalisation d'un récupérateur statique.

La Fig. 5 est une vue en coupe horizontale correspondante.

La plaque de structure tubulaire représentée sur la Fig. 1 et désignée d'une façon générale par la référence 1 correspond à un produit du commerce en soi connu. Elle est en matière plastique et comprend deux feuilles 2 et 3 formant ses faces et maintenues écartées par des barrettes ou cloisons 4, en ménageant ainsi entre les feuilles 2 et 3 des canaux ou passages 5 de faible section. Un tel matériau peut être produit par extrusion. Il est léger et il présente une bonne résistance à l'écrasement.

On a montré schématiquement sur la Fig. 2 la

manière dont un échangeur de chaleur peut être réalisé à partir de plaques 1 du type précité. Dans le cas présent, les plaques sont disposées en alternance avec un décalage de  $90^\circ$ , de façon à assurer des écoulements croisés. Les sens d'écoulement du fluide sont indiqués par les flèches 6 et 7.

On voit que les plaques 1 sont accolées de façon à constituer un empilage ou faisceau de plaques. L'échange thermique est assuré pour chacune des plaques à travers les deux feuilles constituant ses faces, qui sont accolées aux feuilles adjacentes des plaques voisines, la surface d'échange thermique étant augmentée du fait de la présence des barrettes ou cloisons 4. Les recherches ayant abouti à l'invention ont montré en outre que le rendement d'un échangeur de chaleur de ce type est encore augmenté par suite du régime turbulent qui est créé du fait de la présence du cloisonnement, ce régime turbulent étant atteint très rapidement et étant conservé quel que soit le débit. La conjugaison de ce régime turbulent de l'écoulement avec l'augmentation de la surface d'échange thermique fournit un accroissement notable du rendement d'un échangeur de chaleur de ce type par rapport aux échangeurs connus, cet avantage se conjuguant en outre à la légèreté de l'ensemble résultant de l'emploi de matière plastique. Ce rendement élevé permet de réaliser l'échangeur sous un volume plus faible pour une capacité d'échange thermique donnée. Comme cela apparaît aisément sur la Fig. 2, on constate que l'étanchéité entre les jeux de canaux perpendiculaires entre eux de l'échangeur peut être assurée aisément au niveau des angles ou sommets de l'empilage, ce qui évite tout mélange entre les fluides et également toute perte calorifique.

On a montré sur la Fig. 3 un échangeur de chaleur 8 qui est constitué ici encore par un empilage formé par la juxtaposition de plaques 1 du type visible sur la Fig. 1.

Toutefois, dans le cas présent, par opposition à la Fig. 2, les plaques sont disposées de façon telle que les barrettes ou cloisons 4 soient parallèles entre elles.

Ainsi, les canaux ménagés par les plaques peuvent être parcourus par les fluides dans des sens opposés pour réaliser l'échange thermique.

Afin de résoudre le problème de l'étanchéité entre les canaux ou plaques assurant l'acheminement de fluides différents, chaque seconde plaque est, dans l'empilage considéré, taillée en biseau vers son extrémité, comme indiqué en 9 et 10. On comprendra que chaque seconde plaque est munie d'un biseau 9, tandis que les autres plaques sont munies d'un biseau 10 à l'extrémité opposée de l'échangeur.

Il est ainsi possible d'admettre un fluide par la partie supérieure de l'échangeur, comme indiqué par la flèche 11, et de l'évacuer à l'extrémité opposée de cet échangeur, comme indiqué par la flèche 12, tandis que l'autre fluide est admis également par la partie supérieure de l'échangeur, comme indiqué en 13, et est évacué à l'extrémité opposée à son admission, comme l'indique la flèche 14. Aucun mélange ne peut ainsi se produire. La nature des plaques permet une découpe aisée de leurs extrémités, de sorte qu'un échangeur de chaleur de ce type peut ici encore être réalisé sans moyens importants.

Le récupérateur statique qui est représenté sur les Fig. 4 et 5 constitue une application d'un échangeur de chaleur à courants croisés réalisé suivant l'invention, tel qu'il est montré sur la Fig. 2. Un tel récupérateur statique peut être utilisé par exemple dans un système d'aération ou de renouvellement d'air d'un local ou d'une construction pour récupérer la chaleur de l'air vicié en la transférant à l'air frais pour son préchauffage.

Ce récupérateur statique comprend un caisson désigné d'une façon générale par la référence 15, qui est formé de panneaux isolants en laine minérale à très forte densité, donc auto-portante, munis d'un film d'aluminium réflecteur pour parfaire l'isolation. La partie inférieure 16 est en tôle inoxydable de façon à ne pas retenir les condensats. Le caisson 15 présente un orifice 18 d'entrée de l'air frais, un orifice 19 de sortie

de l'air frais préchauffé, un orifice 20 d'entrée de l'air vicié et un orifice 21 de sortie de l'air vicié ayant abandonné une grande partie de sa chaleur à l'air frais admis. Il est prévu à l'intérieur de ce caisson 15 un empilage ou faisceau de plaques formant échangeur de chaleur, indiqué en 22, du type visible sur la Fig. 2, c'est-à-dire dans lequel les plaques sont décalées en alternance de 90° pour former un échangeur à courants croisés. Des équerres 23 sont disposées aux sommets de cet échangeur 22, une aile 24 de chaque équerre pénétrant dans chaque sommet de l'échangeur, tandis que l'autre aile 25 sert à la fixation, par exemple par collage, contre la face inférieure du revêtement en laine de verre 17 ou de la paroi 16 du caisson. Cette disposition crée ainsi des chambres 26 de section triangulaire, qui forment des collecteurs isolés les uns des autres par les équerres 23. On a indiqué par des flèches sur la Fig. 4 le mode d'écoulement des deux courants de fluides entre lesquels l'échange thermique doit avoir lieu.

On voit que l'échangeur de chaleur qui fait l'objet de l'invention permet ainsi la réalisation d'un récupérateur statique de construction simple et particulièrement efficace. Du fait du rendement obtenu, ce récupérateur peut être ramené à un faible volume pour une capacité d'échange thermique importante. Il est en outre d'un faible poids par suite de la nature du matériau constituant l'échangeur. Les moyens nécessaires pour isoler les deux courants de fluides sont également extrêmement simples.

Il va de soi que l'invention pourrait être appliquée à de nombreux autres domaines techniques et que des modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits, dans le domaine des équivalences techniques, sans s'écarter de l'invention.

Ainsi, bien que la description se rapporte plus spécialement à l'utilisation de plaques tubulaires en matière plastique, on comprendra que de telles plaques pourraient également être en tout autre matériau, par exemple en aluminium extrudé.

REVENDEICATIONS

1.- Echangeur de chaleur, caractérisé en ce qu'il est constitué par une structure tubulaire formée par des feuilles, tôles ou analogues, maintenues dans une relation d'écartement par un cloisonnement ménageant entre ces feuilles des canaux d'écoulement des fluides, en combinaison avec des collecteurs reliant entre eux des intervalles alternés ménagés entre ces feuilles pour l'écoulement de deux fluides de part et d'autre de chaque feuille séparant deux intervalles.

2.- Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est constitué par la réunion d'au moins deux plaques de structure tubulaire (1), notamment en matière plastique, comprenant chacune deux feuilles parallèles (2, 3) maintenues écartées l'une de l'autre par des barrettes (4) formant un cloisonnement, ces deux plaques étant accolées l'une contre l'autre de telle sorte qu'un échange thermique soit assuré entre les fluides traversant les passages ménagés dans ces plaques entre les barrettes ou cloisons, à travers les feuilles en contact formant chaque fois une face de la plaque de structure tubulaire, des moyens formant collecteurs (9, 10, 26) étant prévus aux extrémités des canaux ou passages ménagés par ces plaques pour l'arrivée et la sortie des fluides entre lesquels l'échange thermique doit avoir lieu.

3.- Echangeur de chaleur suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est constitué par un empilage ou faisceau de plaques (1) de structure tubulaire décalées en alternance de 90° de façon à réaliser un échangeur à courants croisés.

4.- Echangeur de chaleur suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est constitué par un empilage de plaques (1) dans lesquelles les cloisonnements sont orientés dans le même sens, des moyens (9, 10) étant prévus pour faire communiquer ensemble chaque seconde plaque afin de réaliser un échangeur de chaleur à courants opposés.

5.- Echangeur de chaleur suivant la revendica-

tion 4, caractérisé en ce que l'une des deux extrémités (9, 10) de chaque plaque (1) est coupée obliquement, les biseaux formés étant disposés en alternance dans l'empilage.

5           6.- Echangeur de chaleur suivant la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les plaques (1) de structure tubulaire sont décalées en alternance d'une distance correspondant à la moitié de l'écartement entre les barrettes ou cloisons (4).

10           7.- Récupérateur statique utilisable notamment dans les installations d'aération et de renouvellement d'air pour locaux et constructions, en vue de récupérer au moins en partie la chaleur contenue dans l'air vicié évacué du local en direction de l'extérieur en la transférant à l'air frais admis de l'extérieur dans ce local, caractérisé en ce qu'il comprend un échangeur de chaleur  
15           suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, interposé dans les courant d'air vicié et d'air frais.

          8.- Récupérateur statique suivant la revendication 7, caractérisé en ce qu'il est constitué par un caisson  
20           (15) muni d'orifices d'entrée (18, 20) et de sortie (19, 21) et à l'intérieur duquel est placé un empilage (22) de plaques (1) de structure tubulaire décalées en alternance de 90°, cet empilage étant disposé à l'intérieur  
25           de ce caisson de telle sorte que ses angles ou sommets soient en contact avec les parois (16, 17) dudit caisson, en ménageant ainsi des chambres collectrices (26) diamétralement opposées deux à deux pour l'entrée et la sortie des deux fluides, l'étanchéité entre les  
30           chambres étant assurée aux points de contact des angles ou sommets de l'empilage avec les parois du caisson.

          9.- Récupérateur statique suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le caisson est formé de panneaux isolants auto-portants.

35           10.- Récupérateur statique suivant la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il est prévu, aux angles ou sommets de l'empilage (22), des pièces en forme d'équerres (23) isolant par une aile (24) les canaux des plaques adjacentes et fixées par leur autre aile (25)

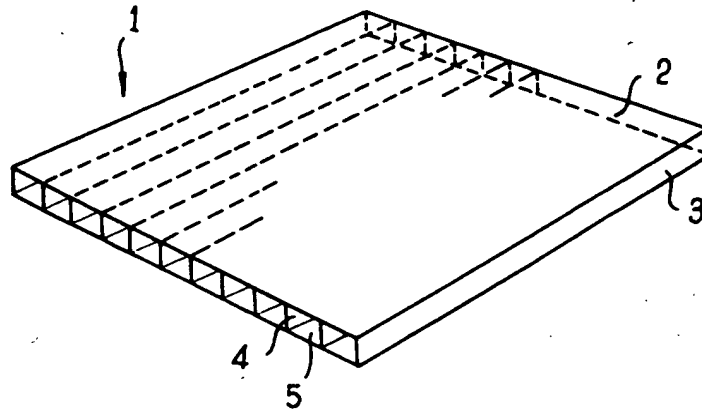
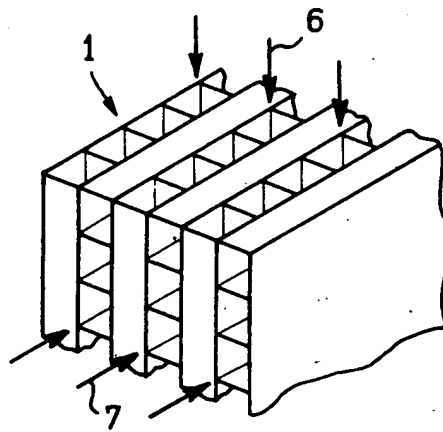
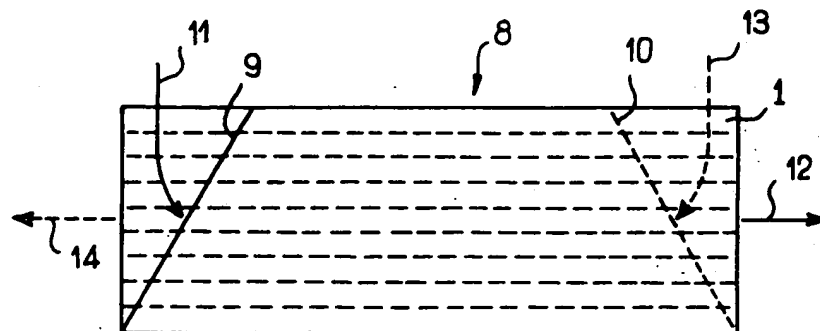
2469684

11

sur la paroi (16, 17) du caisson (15).



PL. 1. 2

FIG. 1FIG. 2FIG. 3

PL. 2.2

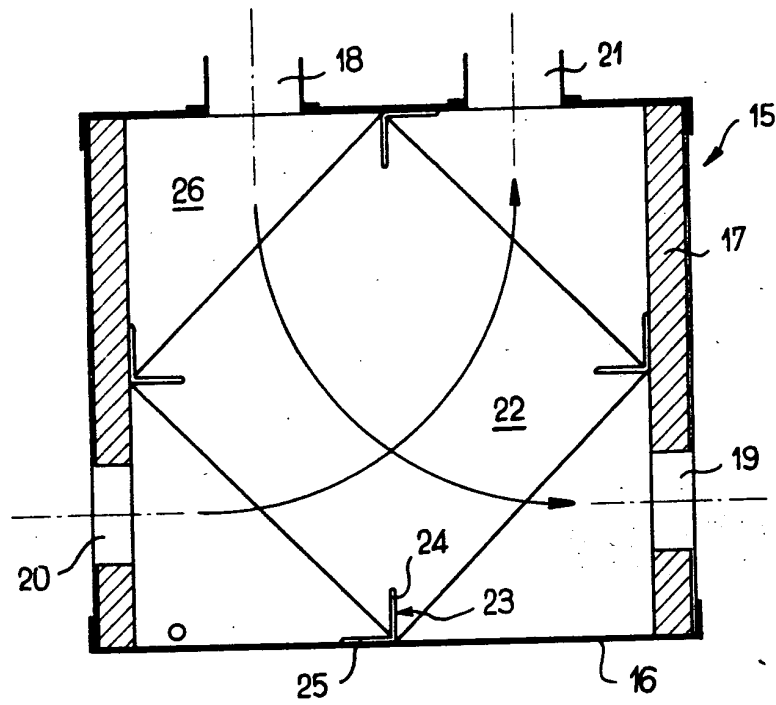


FIG. 4

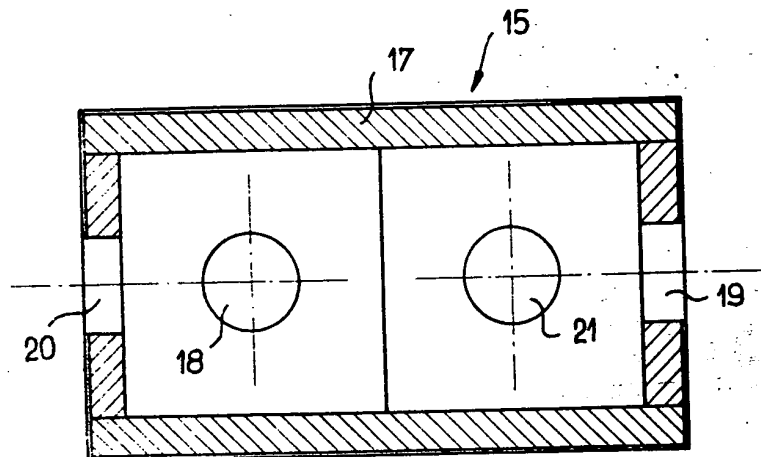


FIG. 5